

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2410-7395-2022-3-48-61>

ЭФФЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА УСТОЙЧИВОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН

Е. К. Мазурова, Е. С. Гусева

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Москва, Россия

В целях решения задач глобального энергетического перехода переосмысливается роль мирного атома в энергетике будущего. Прослеживается тенденция повышения значения атомной энергетики в мировом энергетическом комплексе, в том числе на фоне роста цен на ископаемые энергоресурсы. Ряд развивающихся стран по всему миру рассматривает программы сооружения АЭС большой или малой мощности на их территории с применением предлагаемых зарубежными партнерами – экспортерами технологий, что подчеркивает актуальность анализа экономических эффектов развития атомной энергетики в развивающихся странах, уже успешно применяющих атомные энергетические технологии, для оценки перспектив международной торговли атомными энергетическими технологиями в данном регионе. В статье рассматривается вклад атомной энергетики в экономический рост развивающихся стран. Посредством анализа прямых и косвенных экономических эффектов развития атомной энергетики в развивающихся странах выявлены направления влияния использования атомных энергетических технологий на устойчивое социально-экономическое развитие страны. Определены основные проблемы и особенности внедрения атомной энергетики в энергетический комплекс развивающейся страны. В статье делается вывод о существенном влиянии атомной энергетики на социально-экономическое развитие страны и значимой роли развивающихся стран в определении позиций атомной энергетики в энергетическом комплексе зеленой мировой экономики.

Ключевые слова: атомная энергетика; международный рынок строительства АЭС; мультипликативные эффекты; развивающиеся страны; экономическое развитие.

EFFECTS OF INTERNATIONAL NUCLEAR POWER PLANTS CONSTRUCTION PROJECTS ON SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT OF EMERGING ECONOMIES

Elena K. Mazurova, Ekaterina S. Guseva

Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia

The solution to the problem of the global energy transition requires re-consideration of the role of nuclear energy in the energy mix of the future. The importance of nuclear energy in the global energy complex seems to increase across the world, especially due to the rising prices for fossil energy resources. A number of developing countries around the world are considering programs for the construction of nuclear power plants of large or small capacity, offered by foreign partners.

This trend emphasizes the relevance of analyzing the economic effects of the development of nuclear energy in developing countries that are already successfully using nuclear energy technologies to assess the prospects for international trade in nuclear energy technologies. The article discusses the contribution of nuclear energy to the economic growth of developing countries based on the analysis of the direct and indirect economic effects of the development of nuclear energy in developing countries. The article identifies the areas of this impact and determines the main problems and features of the introduction of nuclear energy into the energy complex of a developing country. The paper concludes on the significant impact of nuclear energy on the socio-economic development of the country and the important role of developing countries in determining the positions of nuclear energy in the energy complex of the green world economy. *Keywords:* nuclear energy; international market of nuclear power plants; multiplication effects; developing countries; economic development.

Введение

В то время как развитые европейские страны разделились на два лагеря, дискутируя о необходимости включения атомных технологий в стратегии энергетического развития для достижения углеродной нейтральности и признания их экологически чистыми, развивающиеся страны на всех континентах Земли активно создают или расширяют генерацию электроэнергии посредством использования атомных энергетических технологий – 3/4 атомных реакторов, строительство которых планируется завершить в течение ближайших 5 лет, приходится именно на развивающиеся страны¹. Более 40 государств Азии, Африки и Восточной Европы рассматривают возможности строительства коммерческих АЭС на своей территории, некоторые из них уже сделали первые шаги на пути к развитию национальной атомной энергетики, ведя научную деятельность на исследовательских реакторах, участвуя в переговорах о строительстве реакторов с зарубежными партнерами или уже осуществляя строительство АЭС.

По состоянию на III квартал 2022 г. в стадии строительства находятся 57 реакторов, большая часть которых располагается в Дальневосточной Азии, на Ближнем Востоке и в Южной Азии суммарной мощностью более 30 ГВт². По данным МВФ, в число лидеров по количеству строящихся реакторов из категории развивающихся стран вошли Китай (18) и Индия (8) – страны с одними из самых высоких показателей роста реального ВВП по итогам 2021 г.

Высокие темпы роста развивающихся экономик вынуждают искать новые источники электроэнергии для покрытия растущих потребностей. По прогнозам, к 2040 г. 90% мирового роста спроса на электроэнергию при-

¹ World Nuclear Association. Plans For New Reactors Worldwide. – URL: <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/plans-for-new-reactors-worldwide.aspx>.

² URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/UnderConstructionReactorsByRegion.aspx>.

дется на развивающиеся страны. Растущие потребности будут обусловлены повышением доходов, индустриальной активностью и развитием сферы услуг [13]. Пока что несоответствие текущих возможностей будущим потребностям в энергии повышает шансы возвращения к ископаемым источникам энергии и ставит под сомнение выполнение обязательств Парижского соглашения по сокращению выбросов.

Эмпирический анализ взаимосвязи роста реального ВВП и атомной энергетики

Попытки эконометрического подтверждения взаимосвязи роста ВВП и использования атомной энергетики на примере развитых и развивающихся стран пока оказываются противоречивыми. Результаты исследований о наличии взаимосвязи и характере ее направленности (односторонняя или двусторонняя) варьируются в зависимости от выбранных для анализа стран и временного периода. Для демонстрации неоднозначности результатов в табл. 1 представлен ряд исследований, проведенных в отношении как отдельной страны, так и группы стран.

Т а б л и ц а 1

Примеры эконометрических исследований взаимосвязи потребления атомной энергии и роста ВВП

Исследование	Анализируемая страна/группа стран	Временной период исследования	Результат	
			Односторонняя зависимость	Двусторонняя зависимость
Payne J. E., Taylor J. P. (2010)	США	1957–2006	Отсутствие взаимосвязи	
Wolde-Rufael Y., Menyah K. [12]	9 развитых стран	1971–2005	Япония, Нидерланды, Швейцария: потребление атомной энергии влияет на экономический рост; Канада, Швеция: экономический рост влияет на потребление атомной энергии	Франция, Испания, Великобритания, США
Wolde-Rufael Y. [11]	Тайвань	1977–2007	Отсутствие взаимосвязи	
Akhmat G., Zaman, K. [6]	8 стран Южной Азии	1975–2010	Отсутствие взаимосвязи в отношении большинства исследуемых стран	
			Непал: потребление атомной энергии влияет на экономический рост	Пакистан: двусторонняя зависимость
Özcan B., Ari A. [9]	15 стран ОЭСР	1980–2012	Отсутствие взаимосвязи в 10 странах	

Отсутствие единогласия о наличии взаимосвязи и характере ее направленности является следствием выбора различных наборов данных, разнообразия эконометрических методов и переменных. При невозможности однозначного подтверждения взаимосвязи при помощи эконометрических методов представляется целесообразным дополнить оценку наличия взаимосвязи, основываясь на результатах анализа прямых и косвенных экономических эффектов развития атомной энергетики в развивающихся странах с учетом присущих данной категории стран целей энергетической политики и устойчивого экономического развития.

Тенденции развития атомной энергетики в развивающихся странах

На развивающиеся страны приходится 40% от общего числа реакторов в мире и 35% от общего объема мощностей атомной энергетики (рис. 1). Тем не менее большая часть развивающихся стран, вступивших на путь развития атомной энергетики, находится лишь в начале этого пути и имеет в среднем по одному или двум реакторам. На тройку лидеров (Китай, Россию, Южную Корею) приходится почти 3/4 общего объема выработки атомной энергетики в развивающихся странах.



Рис. 1. Выработка электроэнергии на АЭС в развивающихся странах, 2022¹

Наиболее распространены в мире на данный момент водо-водяные реакторы, использующие обычную воду в качестве теплоносителя. Данная тенденция свойственна и атомной энергетике в развивающихся странах. В табл. 2 приведены данные по текущему состоянию атомной энергетики в развивающихся странах, обладающих менее 10 эксплуатируемыми реакторами.

¹ Составлено по: URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/UnderConstructionReactorsByRegion.aspx>.

Т а б л и ц а 2

Атомная энергетика в развивающихся странах-импортерах технологий

Страна	Количество реакторов	Год ввода в коммерческую эксплуатацию первого реактора	Тип реактора*	Компания-поставщик технологии
Аргентина	3	1974	PHWR	Siemens (Германия), CNNC (Китай)
Армения	1	1977	ВВЭР	–
Беларусь	1	2021	ВВЭР	Росатом (Россия)
Бразилия	2	1985	PWR	Westinghouse (США)
Иран	1	2013	ВВЭР	Росатом (Россия)
Мексика	2	1990	BWR	General Electric Company (США)
ОАЭ	2	2021	PWR	KEPCO (Южная Корея)
Пакистан	6	2000	PWR	CNNC (Китай)
ЮАР	2	1984	PWR	Framatome (Франция)

Примечание: PWR – легководный реактор с водой под давлением; ВВЭР – водо-водяной ядерный реактор российского дизайна; BWR – кипящий легководный реактор; PHWR – тяжеловодный реактор с водой под давлением.

Экономические эффекты развития атомной энергетики в развивающихся странах

Десятки лет успешной эксплуатации АЭС в ряде стран мира доказали способность атомных энергетических технологий обеспечивать необходимый уровень производства электроэнергии при минимально возможном прямом углеродном следе. На протяжении жизненного цикла электростанции, включающего процесс сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации, средний объем парниковых газов АЭС сопоставим с выбросами гидро- и ветроэнергетики и равен 28т CO₂e/ГВт/ч (рис. 2).

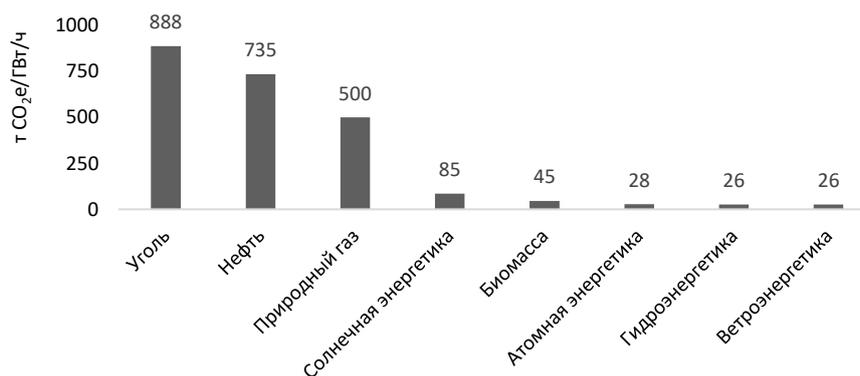


Рис. 2. Средний объем выбросов парниковых газов на протяжении жизненного цикла, по источникам электроэнергии¹

¹ World Nuclear Association Report. Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources https://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/comparison_of_lifecycle.pdf.

Развитие атомной энергетики представляется целесообразным и с точки зрения решения проблемы зависимости от импорта газа, угля и других энергоресурсов, представляющей угрозу устойчивому развитию экономик развивающихся стран с учетом высокой волатильности цен на них. Во-первых, поставки ядерного топлива на АЭС развивающихся стран, в основном осуществляются в рамках долгосрочных контрактов на протяжении всего жизненного цикла АЭС. Во-вторых, колебания цен на природный уран не оказывают значимого влияния на себестоимость электроэнергии, поскольку расходы на топливо в атомной энергетике, в отличие от других отраслей, занимают малую долю в общих расходах. Согласно расчетам, рост цен на уран в два раза увеличит себестоимость производимой энергии только на 11%, в то время как подобный рост цен на газ повысит расходы на 65% [4].

В отношении крупных общественно значимых инвестиционных проектов решение о целесообразности их реализации, принимаемое местными властями, должно учитывать возможные мультипликативные эффекты [5]. Как разновидность общественно значимого крупномасштабного инвестиционного проекта строительство и эксплуатация АЭС оказывают прямые и косвенные мультипликативные эффекты на экономику города, региона и страны.

На примере американских АЭС было оценено, что каждый доллар, вложенный в строительство и эксплуатацию энергоблока, приносит местной экономике 1,04 доллара, экономике штата – 1,18 доллара, экономике страны – 1,87 доллара¹. Для развивающихся стран подобный мультипликативный механизм развития регионов представляется особенно полезным на фоне низкого и среднего уровня урбанизации и дефицита региональных доходов.

Проекты сооружения АЭС как крупные строительные площадки, а затем как крупные энергетические объекты привлекают большое количество рабочих и специалистов разной категории. Примеры расчетов количества созданных рабочих мест в результате строительства и эксплуатации АЭС в разных странах приведены в табл. 3. В результате повышения уровня занятости и доходов населения происходит рост благосостояния в атомных городах, приток населения в регионы и увеличение налоговых поступлений.

Таким образом, помимо решения энергетических проблем, атомная энергетика оказывает воздействие на экономическое развитие страны и по неэнергетическим направлениям (рис. 3)

¹ Alternative Contracting and Ownership Approaches for New Nuclear Power Plants. – Vienna : International Atomic Energy Agency, 2014. – URL: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:52006547.

Таблица 3

**Влияние реализации проектов по строительству
и эксплуатации АЭС на занятость**

Страна	Объект	Результат
Россия	АЭС с двумя энергоблоками	Около 3 тыс. новых рабочих мест в отрасли и 10 тыс. в смежных отраслях*
США	104 ядерных энергетических объекта	100 тысяч новых рабочих мест**
Пакистан	АЭС «Карачи» с 3 энергоблоками	Более 10 тысяч новых рабочих мест и 40 тысяч в смежных отраслях***
Турция	АЭС «Аккую» с 4 энергоблоками	До 10 тысяч рабочих мест в пиковый период строительства, 40 тысяч рабочих мест в смежных отраслях, крупнейший работодатель района Гюльнар провинции Мерсин****

* Отчет о прогрессе в области устойчивого развития, 2020. – URL: https://www.report.rosatom.ru/go/2020/rosatom_esg_2020.pdf.

** Alternative Contracting and Ownership Approaches for New Nuclear Power Plants. – Vienna : International Atomic Energy Agency, 2014. – URL: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:52006547.

*** Hualong One Karachi Unit 3 Completes Hot Functional Tests Ahead of Schedule. URL: https://en.cnn.com.cn/2021-11/11/c_687430.htm.

**** Ожидаемый эффект проекта для региона. – URL: <http://www.akkuyu.com/ekonomicheskij-effekt/>; Компания АККУЮ НУКЛЕАР оказала поддержку образовательным учреждениям района Гюльнар, 2 ноября 2021 г. – URL: <http://www.akkuyu.com/kompaniya-akkuyu-nuklear-okazala-podderzhku-obrazovatelnyam-uchrezhdeniyam-rajona-gyulnar/update>.



Рис. 3. Схематическая иллюстрация основных направлений влияния атомной энергетики на развитие экономики страны

Внедрение атомной энергетики способно стать драйвером инновационного развития в стране и научно-технического прогресса в результате активизации международного научного сотрудничества и трансфера знаний и технологий из более развитых стран. Ярким примером эффективного международного научного сотрудничества в отрасли является деятельность Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), аккумулирующего в себе синергию научного потенциала входящих в организацию стран-членов. Спектр направлений деятельности МАГАТЭ в сфере международного научного сотрудничества обширен и включает в себя формирование крупного пласта научно-технических ресурсов, актуальных баз данных, проведение международных конференций и семинаров, организацию исследований с привлечением международных специалистов и пр. Следует также отметить успехи в международном научном сотрудничестве развитых и развивающихся стран в области атомной энергетики в рамках функционирования Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН), где совместными усилиями более чем 30 стран реализуются исследования на Большом адронном коллайдере. В свете повышения интереса к термоядерному синтезу представляются высокоперспективными также международные научные контакты в рамках проекта по сооружению международного экспериментального термоядерного реактора ИТЭР, в котором активное участие принимают как развитые, так и развивающиеся страны.

Долгосрочное партнерство, устанавливающееся между страной – экспортером технологии и страной – импортером технологии при строительстве АЭС, способно оказать положительное влияние на торгово-экономическое сотрудничество между двумя странами на несколько десятилетий вперед. Наряду с национальными экономическими интересами страны решают и геополитические вопросы: международные проекты строительства АЭС создают фундамент для развития дружеских отношений между государствами [2]. Примером дипломатии в ядерной энергетике является проект по строительству реактора Atucha III в Аргентине на основе технологий китайской корпорации CNNC, финансирование которого на 75% будет осуществляться за счет китайских банков. Проект строительства реактора является продолжением стратегии Китая по укреплению стратегических связей с Аргентиной, в частности, служит примером реализации целей всеобъемлющей стратегической ассоциации и рамочного соглашения об экономическом и инвестиционном сотрудничестве между Китаем и Аргентиной, заключенного в 2014 г.¹

¹ Atucha III Nuclear Power Plant Project Joint Statement. – URL: https://en.cnncc.com.cn/2022-02/06/c_704914.htm.

Особенности развития атомной энергетики в развивающихся странах

С учетом того, что атомная энергетика – сложная комплексная система, требующая точной координации многих входящих в нее элементов, отвечающих за безопасную и эффективную эксплуатацию объектов, развивающиеся страны могут столкнуться с определенными проблемами при развитии атомной энергетики на своей территории. Будучи ярким примером мегапроекта, основанного на взаимодействии множества государственных и частных участников, в том числе иностранных, проекты по строительству АЭС ввиду их сложности требуют особого внимания для своевременного и эффективного решения возможных проблем, зачастую возникающих в процессе борьбы с так называемым синдромом мегапроекта [7].

Одним из наиболее серьезных барьеров для развивающихся стран может стать решение вопросов финансирования проектов строительства зеленых источников электроэнергии, характеризующихся высокой стоимостью вследствие сложности внедряемой технологии. В данном контексте разнообразие финансово-инвестиционных подходов к строительству проектов атомной энергетики позволяет решить эту проблему. Характерная особенность строительства АЭС состоит в высоких первоначальных капиталовложениях и сравнительно низких эксплуатационных расходах, что в первую очередь ставит задачу привлечения долгосрочных инвестиций с учетом сроков строительства АЭС, равным в среднем 7–8 лет. Так, «Росатом», лидер по количеству реализуемых проектов за рубежом, привлекает финансирование со стороны государства в виде государственных кредитов с обязательным подписанием межправительственных соглашений. Другим примером международного сотрудничества является присутствие французской компании Framatome на китайском рынке в течение 35 лет посредством развертывания сети собственных филиалов и создания совместных предприятий с китайскими партнерами¹.

Комплексность предложения со стороны компании – поставщика услуг по строительству АЭС представляет особую значимость для развивающихся стран, часто не обладающих необходимыми техническими компетенциями. Внедрение новых схем реализации проектов по типу BOO (build – own – operate – «строй – владей – эксплуатируй») или BOOT (build – own – operate – transfer) – «строй – владей – эксплуатируй – передай») позволит развивающимся странам, на территории которых ведется строительство АЭС, избежать многих рисков реализации проекта, в том числе если задерживаются сроки строительства или фактические финансовые затраты превосходят плановые значения [1]. Однако новым моделям альтернативного финансирования проектов, например, таким, как строительство АЭС

¹ Framatome in the world. China. – URL: <https://www.framatome.com/EN/businessnews-355/areva-np-in-the-world-china.html>.

«Аккую» в Турции, ставшее первым международным проектом «Росатома», реализуемым по схеме ВОО, еще предстоит доказать свою эффективность на практике.

В условиях недостаточно развитой образовательной инфраструктуры в развивающихся странах не менее важным аспектом реализации проектов является подготовка персонала для дальнейшей работы на энергетических объектах. В повестке дня стран – членов МАГАТЭ проблематика управления знаниями в последние годы приобретает все большее значение, поскольку зеленая энергетика будущего невозможна без построения успешной системы передачи и сохранения ядерных знаний. При строительстве под ключ компания-девелопер берет на себя обязательства по обучению сотрудников будущей АЭС для приобретения ими необходимых квалификаций. Например, обучением зарубежных специалистов для работы на АЭС в рамках исполнения обязательств по международным проектам «Росатома» занимается Техническая академия Росатома, где с 1972 г. прошли подготовку более 5 тыс. сотрудников зарубежных АЭС¹. В 2022 г. продолжается обучение персонала из Бангладеш (АЭС «Рупшур»), Турции (АЭС «Аккую»), Египта (АЭС «Эль-Дабаа»). Страны-партнеры получают необходимую образовательную поддержку с российской стороны, в том числе в гибридном формате, адаптированном под современные реалии и позволявшем сохранять непрерывность образовательного процесса, в том числе в условиях пандемии.

Поскольку проекты по сооружению АЭС являются предметом особого регулирования местных надзорных органов и требуют получения лицензий и других разрешений на строительство и эксплуатацию, регуляторные проблемы в развивающихся странах могут оказать негативное влияние на сроки сооружения объекта и, следовательно, увеличить общие капитальные издержки на строительство АЭС.

В исследовании [8], основанном на опросе экспертов, работающих в отрасли в Корее и других странах, приводятся данные о наиболее значимых факторах, оказывающих влияние на затягивание сроков сдачи объектов: фактор «задержка выдачи разрешений регулирующими органами» является наиболее значимым по индексу серьезности проблемы и одним из наиболее часто встречающихся.

В данном контексте снизить регуляторные риски для развивающихся стран способно строительство малых модульных реакторов (ММР) стандартизированного дизайна, что особенно актуально для областей с ограниченной энергосбытовой сетью. Проекты по строительству ММР, являющиеся в сравнении с традиционными реакторами более простыми по кон-

¹ Международный центр подготовки персонала атомных станций, Техническая академия Росатома. – URL: <https://rosatomtech.ru/activity/international-training-center-for-nuclear-power-plant-personnel/>

струкции и в большей мере опирающимися на системы пассивной безопасности [1], обладают большим потенциалом развития в развивающихся странах.

Заключение

Результаты исследования влияния атомной энергетики на экономическое развитие показывают, что ядерные технологии обладают широкими возможностями обеспечения роста экономики страны по ряду направлений – от повышения занятости до укрепления международных торгово-экономических связей. Зеленый характер атомной энергетики придает устойчивость этому развитию. Освоение атомной энергетики в развивающихся странах позволит решить проблемы обеспечения энергетической безопасности, снижения зависимости от импорта энергоресурсов в совокупности с уменьшением выбросов CO₂ и улучшением экологической обстановки вследствие замещения «грязных» источников. Применение технологий нового поколения безопасности атомных энергетических установок решает проблему искусственно завышенных рисков техногенной и экологической катастрофы, связанных с атомной электрогенерацией, способствуя повышению уровня социальной приемлемости атомной энергетики, а возможность строительства дополнительных энергоблоков различной мощности, включая АЭС малой мощности, обеспечивает гибкий подход к энергетическому планированию.

Полученные выводы представляются особенно важными при выработке дальнейшей энергетической политики регуляторами в развивающихся странах и выборе поставщика технологии. Как один из немногих игроков на рынке международного строительства АЭС, предлагающий подход к сооружению АЭС под ключ, Госкорпорация «Росатом» обладает большим потенциалом в развитии атомной энергетики на территории развивающихся стран. Проекты «Росатома» не только учитывают особенности внедрения атомной энергетики в развивающихся странах, но и помогают решать им задачи социально-экономического характера, в том числе в области развития человеческого капитала – одного из определяющих факторов долгосрочного экономического развития.

Список литературы

1. Джоанн Лю. Что такое малые модульные реакторы (ММР)? 2021. – 3 декабря. – URL: <https://www.iaea.org/ru/newscenter/news/chto-takoe-malye-modulnye-reaktory-mmr>
2. Жизнин С. З., Тимохов В. М. Геополитические и экономические аспекты развития ядерной энергетики // Вестник МГИМО – Университета. – 2015. – № 4 (43). – С. 64–73.

3. Карнеев А. А. Финансовое обеспечение проектов по строительству АЭС как фактор конкурентоспособности российской атомной отрасли на мировом рынке // *Финансы и кредит*. – 2014. – № 28 (604). – С. 48–73.
4. Кудрявцева О. В., Деркач А. С., Манушко С. В., Несветов Ф. Д., Пекарев С. В., Четвертаков В. С. Атомная энергетика в контексте устойчивого развития // *Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал*. – 2018. – № 10 (4). – С. 33–49.
5. Татаркин Д. А., Сидорова Е. Н., Трынов А. В. Методические основы оценки мультипликативных эффектов от реализации общественно значимых инвестиционных проектов // *Вестник УрФУ. Серия: Экономика и Управление*. – 2015. – Т. 14. – № 4. – С. 574–587.
6. Akhmat G., Zaman K. Nuclear Energy Consumption, Commercial Energy Consumption and Economic Growth in South Asia: Bootstrap Panel Causality Test : *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2013. – N 25. – P. 552–559.
7. Halder Aritra. Exploring Complexity in Indian Mega Projects-A Social Network Analysis Approach. 2018. – URL: https://www.researchgate.net/publication/329402517_Exploring_complexity_in_indian_mega_projects-A_social_network_analysis_approach.
8. Hossen Muhammed Mufazzal, Kang, Sunkoo, Kim, Jonghyun. Construction Schedule Delay Risk Assessment by Using Combined AHP-RII Methodology for an International NPP Project // *Nuclear Engineering and Technology*. – 2015. – N 24.
9. Özcan B., Ari A. Nuclear Energy Consumption-Economic Growth Nexus in OECD: A Bootstrap Causality Test // *Procedia Economics and Finance*. – 2015. – N 30. – P. 586–597.
10. Payne J. E., Taylor J. P. Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in the US: An Empirical Note, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5:3. – 2010. – 20 July – P. 301–307.
11. Wolde-Rufael Y. Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in Taiwan, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7:1. – 2012. – January 11. – P. 21–27.
12. Wolde-Rufael Y., Menyah K. Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in Nine Developed Countries // *Energy Economics*. – 2010. – N 32. – P. 550–556.
13. World Energy Outlook 2019, IEA. – Paris. – URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019/electricity>.

References

1. Dzhoann Lyu. Chto takoe malye modulnye reaktory (MMR)? 2021, December 3 [What are Small Modular Reactors (SMR)]. (In Russ.). Available at:

<https://www.iaea.org/ru/newscenter/news/chtotakoe-malye-modulnye-reaktory-mmnr>

2. Zhiznin S. Z., Timokhov V. M. Geopoliticheskie i ekonomicheskie aspekty razvitiya yadernoy energetiki [Geopolitical and Economic Aspects of Nuclear Energy]. *Vestnik MGIMO – Universiteta*. [The MGIMO Review of International Relations], 2015, No. 4 (43), pp. 64–73. (In Russ.).

3. Karneev A. A. Finansovoe obespechenie proektov po stroitelstvu AES kak faktor konkurentosposobnosti rossiyskoy atomnoy otrasli na mirovom rynke [Financial Support for Projects on Nuclear Power Plants Construction as a Factor of Competitiveness of the Russian Nuclear Industry in the World Market]. *Finansy i kredit* [Finance and Credit], 2014, No. 28 (604), pp. 48–73. (In Russ.).

4. Kudryavtseva O. V., Derkach A. S., Manushko S. V., Nesvetov F. D., Pekarev S. V., Chetvertakov V. S. Atomnaya energetika v kontekste ustoychivogo razvitiya [Nuclear Power in Frames of Sustainable Development]. *Nauchnye issledovaniya ekonomicheskogo fakulteta. Elektronnyy zhurnal* [Scientific Research of Faculty of Economics. Electronic Journal], 2018, No. 10 (4), pp. 33–49. (In Russ.).

5. Tatarkin D. A., Sidorova E. N., Trynov A. V. Metodicheskie osnovy otsenki multiplikativnykh effektov ot realizatsii obshchestvenno znachimykh investitsionnykh proektov [Methodical Bases of Estimation Multiplicative Effect of the Realization of Socially Significant Investment Projects]. *Vestnik UrFU. Seriya: Ekonomika i Upravlenie* [Bulletin of UrFU. Series Economics and Management], 2015, Vol. 14, No. 4, pp. 574–587. (In Russ.).

6. Akhmat G., Zaman K. Nuclear Energy Consumption, Commercial Energy Consumption and Economic Growth in South Asia: Bootstrap Panel Causality Test : Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, No. 25, pp. 552–559.

7. Halder Aritra. Exploring Complexity in Indian Mega Projects-A Social Network Analysis Approach. 2018. Available at: https://www.researchgate.net/publication/329402517_Exploring_complexity_in_Indian_mega_projects-A_social_network_analysis_approach.

8. Hossen Muhammed Mufazzal, Kang, Sunkoo, Kim, Jonghyun. Construction Schedule Delay Risk Assessment by Using Combined AHP-RII Methodology for an International NPP Project. *Nuclear Engineering and Technology*, 2015, No. 24.

9. Özcan B., Ari A. Nuclear Energy Consumption-Economic Growth Nexus in OECD: a Bootstrap Causality Test. *Procedia Economics and Finance*, 2015, No. 30, pp. 586–597.

10. Payne J. E., Taylor J. P. Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in the US: an Empirical Note, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5:3, 2010, July 20, pp. 301–307.

11. Wolde-Rufael Y. Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in Taiwan, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7:1, 2012, January 11, pp. 21–27.

12. Wolde-Rufael Y., Menyah K. Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in Nine Developed Countries. *Energy Economics*, 2010, No. 32, pp. 550–556.

13. World Energy Outlook 2019, IEA. Paris. Available at: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019/electricity>.

Сведения об авторах

Елена Кирилловна Мазурова

доктор экономических наук, профессор
кафедры мировой экономики
экономического факультета
МГУ имени М. В. Ломоносова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет
имени М. В. Ломоносова», 119991,
Москва, Ленинские горы,
д. 1, строение 46.
E-mail: mazurovae51@icloud.com

Екатерина Сергеевна Гусева

аспирантка кафедры мировой экономики
экономического факультета МГУ
имени М. В. Ломоносова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Московский
государственный университет имени
М. В. Ломоносова», 119991, Москва,
Ленинские горы, д. 1, строение 46.
E-mail: yekaterina.guseva@gmail.com

Information about the authors

Elena K. Mazurova

Doctor of Economics, professor
of the Department for World Economy
of the Faculty of Economics
of the Lomonosov MSU.
Address: Federal State Educational
Institution of Higher Professional
Education Lomonosov Moscow State
University, 46 building, 1 Leninskie gory,
Moscow, 119991, Russian Federation.
E-mail: mazurovae51@icloud.com

Ekaterina S. Guseva

Post-Graduate Student of the Department
for World Economy of the Faculty
of Economics of the Lomonosov MSU.
Address: Federal State Educational
Institution of Higher Professional
Education Lomonosov Moscow State
University, 46 building, 1 Leninskie gory,
Moscow, 119991, Russian Federation.